

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-294231
 (43)Date of publication of application : 26.10.1999

(51)Int.CI.

F02D 41/14
 F02D 35/00
 F02D 41/04
 F02D 41/18
 F02D 45/00
 F02D 45/00

(21)Application number : 10-098748

(71)Applicant : YAMAHA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 10.04.1998

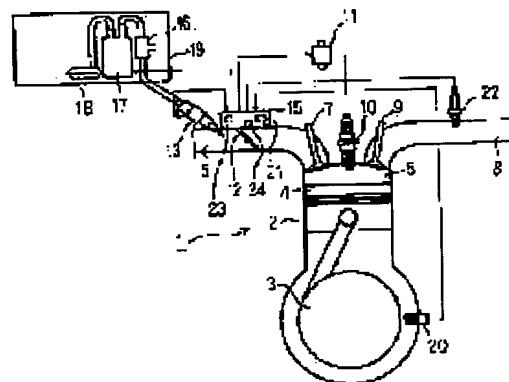
(72)Inventor : YAMAGUCHI MASASHI
 HASHIMOTO SHIGEKI

(54) FUEL INJECTION CONTROL DEVICE FOR ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control the air-fuel ratio with high precision via simple control with a minimum number of sensors by updating the coefficient of a leaning model, and controlling a fuel injection quantity based on the difference between the target air-fuel ratio and estimated air-fuel ratio.

SOLUTION: A control device 15 receives detection signals from various sensors detecting the operation state of an engine 1. The sensors include a crank angle sensor 20 detecting the rotational angle of a crankshaft 3, an intake pipe negative-pressure sensor 21 detecting the intake negative pressure in an intake pipe 6 and an air-fuel ratio sensor 22 detecting the exhaust air-fuel ratio in an exhaust pipe 8. The control device 15 arithmetically processes the detection signals of these sensors and transmits control signals to an injector 13, a fuel pump 17 and an ignition coil 11, and it outputs the learning signal correcting the estimated intake air quantity and estimated intake fuel quantity to reduce the difference between the estimated air-fuel ratio and actual exhaust air-fuel ratio. The air-fuel ratio can be controlled with high precision via simple control with a minimum number of sensors.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.⁶
 F 0 2 D 41/14 3 1 0
 35/00 3 6 0
 41/04 3 0 5
 41/18

識別記号
 3 1 0
 3 6 0
 3 0 5

F I
 F 0 2 D 41/14 3 1 0 H
 35/00 3 6 0 A
 41/04 3 0 5 J
 3 0 5 C

41/18 G

審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L. (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平10-98748

(22)出願日 平成10年(1998)4月10日

(71)出願人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72)発明者 山口昌志

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

(72)発明者 橋本茂喜

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機
株式会社内

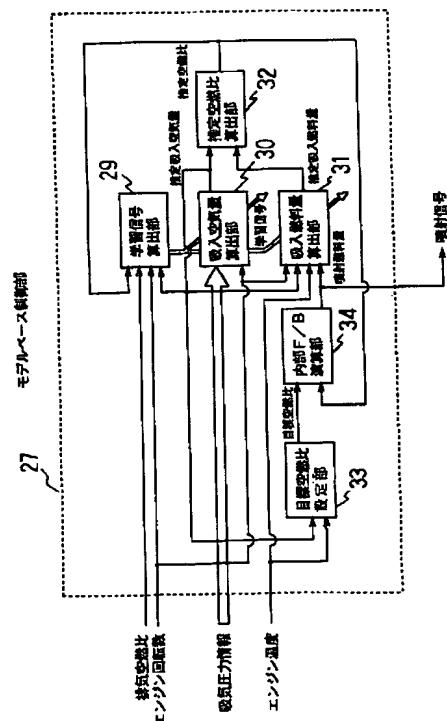
(74)代理人 弁理士 白井 博樹 (外3名)

(54)【発明の名称】 エンジンの燃料噴射制御装置

(57)【要約】

【課題】最小限のセンサを用いシンプルな制御により高精度の空燃比制御を行う。

【解決手段】吸気管に配設されたインジェクタと、エンジン回転数検出手段と、吸気圧力検出手段と、検出された吸気圧力から複数の吸気圧力情報に加工する手段と、エンジン温度検出手段と、空燃比検出手段と、エンジン回転数及び複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入空気量を学習可能に算出する学習モデルと、噴射燃料量、エンジン回転数、エンジン温度と推定吸入空気量又は検出された吸気圧力又は複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入燃料量を学習可能に算出する学習モデルと、推定吸入空気量と推定吸入燃料量に基づいて推定空燃比を算出する手段と、目標空燃比を設定する手段と、推定空燃比と排気空燃比のいずれに基づいて学習信号を算出する手段とを備え、該学習信号により前記推定吸入空気量と推定吸入燃料量の少なくとも一つの学習モデルの係数を更新し、目標空燃比と推定空燃比の差に基づいて燃料噴射量を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】吸気管に配設されたインジェクタと、エンジン回転数検出手段と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、検出された吸気圧力から複数の吸気圧力情報に加工する吸気圧力情報加工手段と、エンジン温度検出手段と、排気空燃比を検出する空燃比検出手段と、エンジン回転数及び複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入空気量を学習可能に算出する学習モデルと、噴射燃料量、エンジン回転数、エンジン温度と推定吸入空気量又は検出された吸気圧力又は複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入燃料量を学習可能に算出する学習モデルと、算出された推定吸入空気量と推定吸入燃料量に基づいて推定空燃比を算出する推定空燃比算出手段と、目標空燃比を設定する目標空燃比設定手段と、前記推定空燃比と排気空燃比のずれに基づいて学習信号を算出する学習信号算出手段とを備え、該学習信号により前記推定吸入空気量と推定吸入燃料量の少なくとも一つの学習モデルの係数を更新し、目標空燃比と推定空燃比の差に基づいて燃料噴射量を制御することを特徴とするエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項2】前記目標空燃比設定手段は、算出された推定吸入空気量に基づいて目標空燃比を設定することを特徴とする請求項1記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項3】吸気管に配設されたインジェクタと、エンジン回転数検出手段と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、検出された吸気圧力から複数の吸気圧力情報に加工する吸気圧力情報加工手段と、エンジン温度検出手段と、エンジン回転変動を検出する回転変動検出手段と、エンジン回転数及び複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入空気量を算出するモデルと、噴射燃料量、エンジン回転数、エンジン温度と推定吸入空気量又は検出された吸気圧力又は複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入燃料量を算出するモデルと、算出された推定吸入空気量と推定吸入燃料量に基づいて推定空燃比を算出する推定空燃比算出手段と、エンジン回転数及びエンジン回転変動に基づいて目標空燃比を学習可能に算出する学習モデルと、エンジン回転変動に基づいて学習信号を算出する学習信号算出手段とを備え、該学習信号により前記推定吸入空気量と推定吸入燃料量の少なくとも一つの学習モデルの係数を更新し、目標空燃比と推定空燃比の差に基づいて燃料噴射量を制御することを特徴とするエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項4】前記目標空燃比算出手段は、エンジン回転数、推定吸入空気量及びエンジン回転変動に基づいて目標空燃比を算出することを特徴とする請求項3記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項5】前記複数の吸気圧力情報は、平均吸気圧力、最低吸気圧力、最大吸気圧力と最小空気圧力との差及び吸気圧力の脈動周波数のうち少なくとも2つ以上の情報であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれ

かに記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項6】前記吸気管壁に制御装置のボックスが配設され、該ボックス内に前記吸気圧力検出手段が配設されていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項7】前記吸気管壁に制御装置のボックスが配設され、該ボックス内に前記温度検出手段が配設されていることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【請求項8】前記エンジン温度検出手段は、吸気管壁温度を検出する温度センサと、吸気管壁から若干離れた位置の温度を検出する温度センサとからなり、両温度センサの検出信号によりエンジン温度を算出することを特徴とする請求項7記載のエンジンの燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料を吸気管内に噴射する方式のエンジンにおいて、その燃料噴射制御の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】従来、燃料を吸気管内に噴射する方式のエンジンにおいて、燃焼後の排気の空燃比(A/F)を検出する空燃比センサを設け、目標空燃比になるように燃料噴射量をフィードバック制御し、これによりエンジン性能や排ガス特性、燃費の向上を図るようにした燃料噴射制御方式が知られている。この方式においては、A/Fがリーン側からリッチ側になると燃料噴射量を減少させるように制御し、この制御により次第にA/Fがリーン側に変化してゆき、A/Fがリッチ側からリーン側になると燃料噴射量を増大させるように制御することにより、目標A/Fとなるように燃料噴射量を制御するようしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記空燃比制御においては、吸入空気量を正確に算出でき、燃料噴射量を吸入空気量に応じて管理することができれば、現在の空燃比を目標空燃比に合わせることができるが、実際上は、燃料噴射量および吸入空気量が種々の原因で変化するため、現在の空燃比と目標空燃比との間にズレが生じてしまう。何故なら、吸気管内に噴射された燃料は、その全量が燃焼室に入るわけではなく燃料の一部は吸気管壁に付着し、吸気管壁に付着した燃料は、エンジンの運転状態及び吸気管壁温度により定まる蒸発時定数によって燃料蒸発量が変化し、また、エンジンの運転状態に応じて吸気管壁に付着する燃料付着率も変化し、さらに、吸入空気量は、吸気温度や大気圧等のエンジン周囲の環境変化(空気密度の変化)やバルブタイミング等のエンジン自体の経時変化によっても変動してしまう。

【0004】この問題を解決するために、上記従来のフィードバック制御において上記A/Fのズレをなくす

とすると、多数のセンサ及び制御マップが必要になるとともに、制御が複雑になり応答性が悪くなってしまい、高精度の空燃比制御を行うことができないという問題を有している。また、噴射された燃料が燃焼室に入るまでの無駄時間が存在するため、スロットル開度が大きく変化するエンジン過渡時において、制御の応答性が悪くなり高精度の空燃比制御を行うことができないという問題を有している。

【0005】本発明は、上記従来の問題を解決するものであって、最小限のセンサを用いシンプルな制御により、高精度の空燃比制御を行うことができるエンジンの燃料噴射制御装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1記載の発明は、吸気管に配設されたインジェクタと、エンジン回転数検出手段と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、検出された吸気圧力から複数の吸気圧力情報に加工する吸気圧力情報加工手段と、エンジン温度検出手段と、排気空燃比を検出する空燃比検出手段と、エンジン回転数及び複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入空気量を算出する学習モデルと、噴射燃料量、エンジン回転数、エンジン温度と推定吸入空気量又は検出された吸気圧力又は複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入燃料量を算出する学習モデルと、算出された推定吸入空気量と推定吸入燃料量に基づいて推定空燃比を算出する推定空燃比算出手段と、目標空燃比を設定する目標空燃比設定手段と、前記推定空燃比と排気空燃比のいずれに基づいて学習信号を算出する学習信号算出手段とを備え、該学習信号により前記推定吸入空気量と推定吸入燃料量の少なくとも一つの学習モデルの係数を更新し、目標空燃比と推定空燃比の差に基づいて燃料噴射量を制御することを特徴とし、請求項2記載の発明は、請求項1において、前記目標空燃比設定手段は、算出された推定吸入空気量に基づいて目標空燃比を設定することを特徴とし、請求項3記載の発明は、吸気管に配設されたインジェクタと、エンジン回転数検出手段と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、検出された吸気圧力から複数の吸気圧力情報に加工する吸気圧力情報加工手段と、エンジン温度検出手段と、エンジン回転変動を検出する回転変動検出手段と、エンジン回転数及び複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入空気量を算出するモデルと、噴射燃料量、エンジン回転数、エンジン温度と推定吸入空気量又は検出された吸気圧力又は複数の吸気圧力情報に基づいて推定吸入燃料量を算出するモデルと、算出された推定吸入空気量と推定吸入燃料量に基づいて推定空燃比を算出する推定空燃比算出手段と、エンジン回転数及びエンジン回転変動に基づいて目標空燃比を算出する学習モデルと、エンジン回転変動に基づいて学習信号を算出する学習信号算出手段とを備え、該学習信号により前記推定吸

入空気量と推定吸入燃料量の少なくとも一つの学習モデルの係数を更新し、目標空燃比と推定空燃比の差に基づいて燃料噴射量を制御することを特徴とし、請求項4記載の発明は、請求項3において、前記目標空燃比算出手段は、エンジン回転数、推定吸入空気量及びエンジン回転変動に基づいて目標空燃比を算出することを特徴とし、請求項5記載の発明は、請求項1～4において、前記複数の吸気圧力情報は、平均吸気圧力、最低吸気圧力、最大吸気圧力と最小空気圧力との差及び吸気圧力の脈動周波数のうち少なくとも2つ以上の情報であることを特徴とし、請求項6記載の発明は、請求項1～5において、前記吸気管壁に制御装置のボックスが配設され、該ボックス内に前記吸気圧力検出手段が配設されていることを特徴とし、請求項7記載の発明は、請求項1～6において、前記吸気管壁に制御装置のボックスが配設され、前記ボックス内にエンジン温度検出手段が配設されていることを特徴とし、請求項8記載の発明は、請求項1～7において、前記エンジン温度検出手段は、吸気管壁温度を検出する温度センサと、吸気管壁から若干離れた位置の温度を検出する温度センサとからなり、両温度センサの検出信号によりエンジン温度を算出することを特徴とする。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。図1～図13は、本発明のエンジンの燃料噴射制御装置の1実施形態を示している。

【0008】図1は、本実施形態におけるエンジンの構成図である。4サイクルエンジン1は、シリンダボディ2、クランク軸3、ピストン4、燃焼室5、吸気管6、吸気弁7、排気管8、排気弁9、点火プラグ10、点火コイル11を備え、吸気管6内にはスロットル弁12が配設され、また、スロットル弁12の上流側にはインジェクタ13が配設され、さらに、吸気管6の壁面には制御装置15を内蔵したボックスが配設されている。インジェクタ13は、圧力調整弁16、電動モータにより駆動される燃料ポンプ17、フィルタ18を介して燃料タンク19に接続されている。

【0009】制御装置15には、エンジン1の運転状態を検出する各種センサからの検出信号が入力される。すなわち、センサとして、クランク軸3の回転角を検出するクランク角センサ（エンジン回転数検出手段）20、吸気管6内の吸気圧力を検出する吸気管負圧センサ（吸気圧力検出手段）21、排気管8内の排気空燃比を検出する空燃比センサ（空燃比検出手段）22、制御装置15のボックス内に配設され吸気管から若干離れた位置の温度を検出する温度検出手段23（温度センサ1）、ボックス内に配設され吸気管6の壁温を検出する吸気管壁温度検出手段24（温度センサ2）が設けられている。制御装置15は、これら各センサの検出信号を演算処理し、制御信号をインジェクタ13、燃料ポンプ17、点

火コイル11に伝送する。図2に示すように、制御装置15は、バッテリに接続された電源回路15a、入力I/F15b、不揮発性メモリ15cを有するマイコン15d、出力I/F15eを備え、温度センサ1、2及び吸気管負圧センサ21は制御装置15のボックス15a内に配設され、検出信号は、入力I/F15bに入力される。

【0010】図3は、図2のマイコン15d内で行われるインジェクタに関する制御ユニットのブロック図である。制御ユニットは、クランク角信号からエンジン回転数を算出するエンジン回転数算出部25と、吸気圧力信号を複数のデータに加工する吸気圧力情報加工部26と、モデルベース制御部27を備え、モデルベース制御部27は、エンジン回転数、吸気圧力、エンジン温度（推定）、排気空燃比の信号を後述する方法により演算処理し、噴射信号をインジェクタ13に出力する。

【0011】図4は、図3の吸気圧力情報加工部26の構成を示すブロック図である。吸気圧力情報加工部26は、吸気信号から1行程間の平均吸気圧力を算出する平均圧力算出部26aと、1行程間の最低吸気圧力を算出する最低圧力算出部26bを備え、両者の信号をモデルベース制御部27aに出力する。

【0012】図5は、図3のモデルベース制御部27の構成を示すブロック図である。モデルベース制御部27は、学習信号算出部29にて算出された学習信号により学習可能に吸入空気量と吸入燃料量を算出する学習モデルとして、吸入空気量算出部30及び吸入燃料量算出部31を備え、さらに、算出された推定吸入空気量と推定吸入燃料量から推定空燃比を算出する推定空燃比算出部32、算出された推定吸入空気量とエンジン温度から目標空燃比を算出する目標空燃比算出部33、算出された目標空燃比と推定空燃比のズレに基づいて燃料噴射量を制御する内部F/B（フィードバック）演算部34を備えている。各算出部の内容について説明する。

【0013】図6（A）は、図5の目標空燃比算出部33の構成を示すブロック図、図6（B）は目標空燃比マップを示す図である。変化率算出部33aは、吸入空気量算出部30で算出された推定吸入空気量の変化率を算出し、この推定吸入空気量の変化率とエンジン温度に基づいて目標空燃比マップ33bを参照し、図6（B）に示すように、目標空燃比を設定する。エンジンの通常運転時は目標空燃比は例えれば理論空燃比に設定されており、エンジン温度が低い場合とか、エンジン過渡時の場合に目標空燃比を変更するようにしている。

【0014】図7は、図5の内部フィードバック演算部34の構成を示すブロック図である。ここでは、図6で設定された目標空燃比と後述する推定空燃比算出部32で算出された推定空燃比とのズレに応じて燃料噴射量にフィードバックゲインKpをかけて補正する処理を行い、燃料噴射弁13に出力するとともに、吸入燃料量算

出部31に出力している。

【0015】図8は、図5の学習信号算出部29の構成を示すブロック図である。運転状態検出部29aにおいてエンジン回転数と推定吸入空気量からエンジンの運転状態を算出し、学習信号発生部29bにおいて、エンジンの運転状態に応じて、現在の排気空燃比と推定空燃比（後述）とのズレを学習信号1～4として出力する。学習信号1、2は、図5の吸入空気量算出部30において吸入空気量を学習させるための教師データとして用いられ、学習信号3、4は、図4の吸入燃料量算出部31において吸入燃料量を学習させるための教師データとして用いられる。なお、学習信号1～4は、現在の排気空燃比と推定空燃比とのズレの情報（以下、単にA/Fのズレという）で同一内容の信号であるが、4つの学習信号1～4を生成する理由は、A/Fのズレの原因を、①吸気温度や大気圧等のエンジン周囲の環境変化（空気密度の変化）によるズレ、②バルブタイミング等のエンジン自体の経時変化によるズレ、③吸気管6に付着した燃料の蒸発時定数の変化によるズレ、④吸気管6に付着する燃料付着率の変化によるズレから生じるものとしてモデル化し、A/Fのズレを、各4つの原因のそれぞれの変化量として算出し学習量（教師データ）とするためである。

【0016】図9は、図5の吸入空気量算出部30の学習モデルを示し、推定吸入空気量を求めるためのファジィニューラルネットの概略構成図である。本発明における推定吸入空気量は数式により求めることができないで、ファジィニューラルネットを用いてモデル化を図っている。ファジィニューラルネットは、6つの処理層を備えた階層構造型であり、第1層から第4層までの前件部と第5層及び第6層の後件部からなり、前件部で入力した1行程間の平均吸気圧力、最低吸気圧力及びエンジン回転数が、所定のルールにどの程度適合しているかをファジィ推論し、前件部で得られた値を用いて後件部で重心法を用いて推定吸入空気量を求める。このとき、学習信号1のA/Fのズレ情報により補正係数30aを学習量として更新し、環境変化（空気密度の変化）によるA/Fのズレをなくすため推定吸入空気量を補正する。

【0017】前記ルールは、図10に示すように、入力情報である1行程間の平均吸気圧力、1行程間の最低吸気圧力及びエンジン回転数に対応した各3個の運転条件A11、A21、A31、A12、A22、A32及びA13、A23、A33とした場合、合計9個の運転条件と27個の結論R1～R27との組み合わせにより行われる。図10は、ルールを3次元マップの形式で表した図であり、縦軸が1行程間の平均吸気圧力に対する運転条件A12、A22、A32を、横軸がエンジン回転数に対する運転条件A11、A21、A31と、1行程間の平均吸気圧力に対する運転条件A13、A23、A33を示し、これらエンジン回転数、1行程間の平均吸気圧力及び最低吸気圧力により形成される

3次元空間を各運転条件に対応するように分割した27個の領域が結論R1～R27を示している。

【0018】この場合、前記運転条件A11はエンジン回転数が「低回転域」、A21は「中回転域」、A31は「高回転域」、運転条件A12は1行程間の平均吸気圧力が「低い」、A22は「中くらい」、A32は「高い」、運転条件A13は1行程間の最低吸気圧力が「低い」、A23は「中くらい」、A33は「高い」という曖昧な表現で運転条件を示しており、また、結論R1～R27は、エンジン回転数の大きさと1行程間の平均吸気圧力及び最低吸気圧力の大きさに対応する推定吸入空気量を示している。これらの運転条件及び結論により、ルールは、例えば、「エンジン回転数が中回転域にあり、1行程間の平均吸気圧力が中くらい、最低吸気圧力が中くらいの場合は、推定吸入空気量はV1である。」、又は「エンジン回転

数が高回転域にあり、1行程間の平均吸気圧力が高く、最低吸気圧力が高い場合は、推定吸入空気量はV2である。」等の27個のルールに別れる。

【0019】前記第1層から第4層までは、エンジン回転数に対する処理と1行程間の平均吸気圧力及び最低吸気圧力に対する処理とが分かれており、第1層でエンジン回転数信号、1行程間の平均吸気圧力及び最低吸気圧力信号をそれぞれ入力信号 x_i ($i = 1 \sim 3$) として入力し、第2層から第4層までで、各入力信号 x_i の各運転条件A11、A21、A31、A12、A22、A32及びA13、A23、A33に対する寄与率 a_{ij} を求める。具体的には寄与率 a_{ij} は数1式に示すシグモイド関数 $f(x_i)$ により求められる。

【0020】

【数1】

$$a_{ij} = \frac{1}{1 + \exp(-wg(x_i + wc))}$$

【0021】なお、上式中、 wc 、 wg はそれぞれシグモイド関数の中心値及び傾きに関する係数である。

【0022】上記シグモイド関数により第4層で寄与率 a_{ij} を求めた後、第5層で数2式を用いて前記寄与率から入力したエンジン回転数及びスロットル開度に対する9個の結論R1～R27に対する適合度 μ_i を求め、さらに数3式を用いて適合度 μ_i を正規化した正規化適合度を求め、第6層では数4式を用いて数3式で得られた各結論に対する正規化適合度と、ファジィルールの各出力値 f_i (すなわち各結論R1～R27に対応する出力値) との荷重平均をとて推定吸入空気量 V を求める。なお、図9において、 wf は、前記の正規化適合度に相当する結合係数である。

【0023】

【数2】

$$\text{適合度 } \mu_i = \pi_j a_{ij}$$

【0024】

【数3】

$$\text{正規化適合度 } \bar{\mu}_i = \frac{\mu_i}{\sum_k \mu_k}$$

【0025】

【数4】

$$\text{推定吸入空気量 } V = \sum_i \bar{\mu}_i f_i$$

【0026】この吸入空気量算出部30は学習可能に構成されており、初期状態においては、実験的に求めた吸入空気量とファジィニューラルネットが出力する吸入空気量とを直接比較し、両者の誤差が小さくなるように、結合係数 wf を修正することによりファジィニューラルネットでの学習を行い、その後は前記A/Fのズレの情報である学習信号2を小さくするように結合係数 wf を

更新することによりファジィニューラルネットでの学習を行う。

【0027】図11は、1行程間の平均吸気圧力及び最低吸気圧力と吸入空気量との相関を示す図であり、いずれの場合にも相関が強いことを示している。本発明は、このように吸入空気量と相関の強い2つの吸気圧力情報を入力することにより、推定吸入空気量を正確に算出することが可能になる。なお、吸入空気量と相関の強い吸気圧力情報としては、これに限定されるものではなく、最大圧力と最小圧力との差や吸気圧力の脈動周波数を用いてもよく、また、これらの吸気圧力情報の中から3つ以上の情報を用いるようにしてもよい。なお、図9に示したファジィニューラルネットは、1例であって例えば、入力されるエンジン回転数やスロットル開度をさらに細かい条件に分けて27個以上の結論を用いて推定吸入空気量を求めるように構成してもよいことは勿論である。

【0028】図12は、図5の吸入燃料量算出部31の学習モデルを示すブロック構成図である。蒸発時定数算出部31aは、エンジン温度、エンジン回転数及び推定吸入空気量に基づいて吸気管6壁面に付着した燃料が蒸発する時定数 τ を算出する。燃料付着率算出部31bは、エンジン回転数及び推定吸入空気量に基づいて噴射された燃料が吸気管6壁面やスロットル弁12に付着する割合 (燃料付着率 = x) を算出する。非付着燃料算出部31cは、前記算出された燃料付着率 x に基づいて、入力される燃料噴射量が直接、燃焼室5に入る燃料量を算出する。付着燃料算出部31dは、前記算出された燃料付着率 x に基づいて、入力される燃料噴射量が吸気管6壁面に付着する燃料量を算出する。前記非付着燃料算出部31c及び付着燃料算出部31dにおいて算出された燃料量は、それぞれ1次遅れ部31e、31fで、蒸

発時定数算出部31aで算出された推定蒸発時定数 τ 1、 τ 2に基づいて1次遅れ系にて近似された後、加算され、推定吸入燃料量として出力される。

【0029】図13は、図12の蒸発時定数算出部31aにおいて、推定蒸発時定数を求めるためのファジィニューラルネットの概略構成図である。基本的な構成及び算出方法は、図9及び図10で説明した推定吸入空気量を求めるファジィニューラルネットと同様であるので説明は省略する。この蒸発時定数算出部31aも学習可能に構成されており、初期状態においては、実験的に求めた蒸発時定数とファジィニューラルネットが出力する蒸発時定数とを直接比較し、両者の誤差が小さくなるように、結合係数wfを修正することによりファジィニューラルネットでの学習を行い、その後は前記A/Fのズレの情報である学習信号3を小さくするように結合係数wfを更新することによりファジィニューラルネットでの学習が行われる。

【0030】なお、図12の燃料付着率算出部31bにおいてもファジィニューラルネットにより推定燃料付着率が算出され、同様に、A/Fのズレの情報である学習信号4を小さくするように結合係数wfを更新することによりファジィニューラルネットでの学習が行われる。

【0031】以上のようにして、推定吸入空気量Aeと推定吸入燃料量Feが算出されると、図5の推定空燃比算出部32において、Ae/Feにより推定空燃比が算出され、推定空燃比の信号は前述した学習信号算出部29に送られるとともに、内部フィードバック演算部34に送られる。また、推定吸入空気量の信号は目標空燃比算出部33に送られる。

【0032】以上説明したように、本実施形態においては、推定吸入空気量と推定吸入燃料量を算出して推定空燃比を求め、この推定空燃比と実際の排気空燃比のズレが小さくなるように推定吸入空気量と推定吸入燃料量を補正する学習信号を出力しているので、最小限のセンサを用いシンプルな制御により、高精度の空燃比制御を行うことができる。

【0033】図14～図23は本発明のエンジンの燃料噴射制御装置の他の実施形態を示している。なお、図1～図13の実施形態と同一の構成には同一番号を付けて説明を省略する。図14はエンジンの構成図、図15は図14の制御装置15の構成図である。本実施形態においては図1の空燃比センサ22を省略し、よりシンプルな制御を可能にしている。図16はクランク軸3の回転変動と空燃比との関係を示す図である。A/Fが急激にリーン側に移動し所定値Kを越えると、エンジン(クランク軸3)の回転変動が所定値R0を越える。そこで、本実施形態においては、エンジンを可能な限りリーン側で運転させるとともに、回転変動がR0を越える場合には、空燃比Kをリッチ側に移動するように制御する。

【0034】図17は、図15のマイコン15d内で行

われるインジェクタに関する制御ユニットの構成を示すブロック図である。本実施形態においては、図3と比較してクランク角信号に基づいてクランク軸3の回転変動を算出する回転変動算出部28を設け、該信号を排気空燃比の代わりにモデルベース制御部27に出力するようにしている。また、温度センサ1と温度センサ2の信号を温度情報加工部35に入力し、エンジン温度と吸気管壁温度をモデルベース制御部27に出力するようにしている。

【0035】図18は、図17の回転変動算出部28の構成を示すブロック図である。角速度検出部28aにおいてクランク角から角速度を検出し、角加速度検出部28bにおいて角速度から角加速度を検出し、該角加速度信号をローパスフィルタ28cを通過させたものとの角加速度偏差をとり、該角加速度偏差を偏差累積部28dで累積し、該角加速度偏差が閾値を越えた場合に回転変動信号を出力する。

【0036】図19(A)は、図17の温度情報加工部35の構成を示すブロック図、図19(B)はエンジン温度の算出を説明するための図である。温度センサ1と温度センサ2の信号によりエンジン温度算出部35aにてエンジン温度を算出し、モデルベース制御部27に出力する。これは図19(B)に示すように、温度センサ2の吸気管壁温度と温度センサ1の吸気管から若干離れた位置での温度によりエンジン温度を推定し算出するものである。温度センサ2の信号はそのまま吸気管壁温度としてモデルベース制御部27に出力される。

【0037】図20は、図17のモデルベース制御部27の構成を示すブロック図である。本実施形態においては、図5の学習信号算出部29がなく、従って吸入空気量算出部30及び吸入燃料量算出部31は学習信号を用いず、また、吸入燃料量算出部31にはエンジン温度の代わりに吸気管壁温度の信号を入力している。推定空燃比算出部32、内部フィードバック演算部34は図5と同様であるが、目標空燃比算出部33には、エンジン温度、推定吸入空気量、エンジン回転数を入力し、さらに、前記回転変動の信号を教師データとして用いている。

【0038】図21は、図20の目標空燃比算出部33の学習モデルを示すブロック図である。学習信号算出部33cは、前記回転変動の信号に応じて学習信号として出力し、目標空燃比学習部33dにおいて目標空燃比を学習させるための教師データとして用いられる。目標空燃比学習部33dには、エンジン回転数、吸入空気量算出部30で算出された推定吸入空気量と、変化率算出部33aで算出された推定吸入空気量変化率の信号が入力され、ここで目標空燃比が算出される。さらに、この目標空燃比は、エンジン温度補正マップ33eにて補正された信号により補正される。

【0039】図22は、図21の目標空燃比学習部33

dにおいて、目標空燃比を求めるためのファジィニューラルネットの概略構成図である。基本的な構成及び算出方法は、図9及び図10で説明した推定吸入空気量を求めるファジィニューラルネットと同様である。

【0040】エンジン回転数と推定吸入空気量から目標空燃比を算出した後、推定吸入空気量変化率から加速補正マップを用いて補正係数を設定し、この補正係数により目標空燃比を補正する。この場合、図10に示すルールは2次元マップになり、入力情報であるエンジン回転数及び推定空気吸入量に対応した各3個の運転条件

A11、A21、A31及びA12、A22、A32とした場合、合計6個の運転条件と9個の結論R1～R9との組み合わせにより行われる。そして、運転条件A11はエンジン回転数が「低回転域」、A21は「中回転域」、A31は「高回転域」、運転条件A12は推定吸入空気量が「少ない」、A22は「中くらい」、A32は「多い」という曖昧な表現で条件を示しており、また、結論R1～R9は、エンジン回転数の大きさと推定吸入空気量の大きさに対応する目標空燃比を示している。これらの運転条件及び結論により、ルールは、例えば、「エンジン回転数が中回転域にあり、推定吸入空気量が中くらいの場合は、目標空燃比は14.5である。」、又は「エンジン回転数が高回転域にあり、推定吸入空気量が大きい場合は、目標空燃比は12である。」等の9個のルールに別れる。この目標空燃比学習部33dは、学習可能に構成されており、初期状態においては、全域において目標空燃比が理論空燃比になるように結合係数を修正することによりファジィニューラルネットでの学習を行い、その後は前記回転変動のズレの情報である学習信号を小さくするように結合係数wfを更新することによりファジィニューラルネットでの学習が行われる。

【0041】図23は、図22の目標空燃比を学習させるためのフロー図であり、これを図17をも参照して説明する。ステップS1でクランク軸3の回転変動を読み、ステップS2で回転変動が所定値R0以上か否かを判定し、回転変動が所定値以上の場合には、ステップS3でA/Fが所定量K0だけリッチ側になるように教師データを変更して、結合係数wfを更新し、この制御により空燃比がリッチ側に移動し、ステップS4で所定時間、回転変動が所定値R1以下であるか否かを判定し、以下であれば、ステップS5でA/Fが所定量K1だけリーン側になるように教師データを変更して、結合係数wfを更新する。この制御によりエンジンを可能な限りリーン側で運転させるとともに、回転変動が所定値を越える場合には、目標空燃比をリッチ側に変更し、適正な空燃比の制御を行うことができる。

【0042】なお、本実施形態の温度情報加工部35を図3の実施形態に適用してもよく、その場合には、図5の吸入燃料量算出部31にはエンジン温度の代わりに吸気管壁温度が入力される。

【0043】図24は、本発明の他の実施形態を示すモデル制御部27のブロック図である。図5においては、吸入燃料量算出部31に推定吸入空気量を入力するようにしており、本実施形態においては、これの代わりに複数の吸気圧力情報を入力させる。図12においても同様である。また、図20の場合にも同様に構成できる。

【0044】図25は、本発明の他の実施形態を示すモデル制御部27のブロック図である。図24の実施形態においては、吸入燃料量算出部31に複数の吸気圧力情報を入力するようにしており、本実施形態においては、これの代わりに検出された吸気圧力を入力させる。図12においても同様である。また、図20の場合にも同様に構成できる。

【0045】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく種々の変更が可能である。例えば、上記実施形態においては、学習モデルとしてファジィニューラルネットを採用しているが、これに限定されるものではなく、例えば、ニューラルネットやCMAC (Cerebellar Model Arithmetic Computer) 等の学習可能な計算モデルを採用してもよい。また、上記実施形態においては、4サイクルエンジンに適用した例を示しているが、2サイクルエンジンにも適用可能であり、空燃比センサを用いる場合には、シリンダ内の燃焼ガスを直接検出できるように空燃比センサが配設される。

【0046】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、請求項1、2、5記載の発明によれば、複数の吸気圧力情報により推定吸入空気量を正確に算出することができ、最小限のセンサを用いシンプルな制御により、高精度の空燃比制御を行うことができ、また、従来のフィードバック制御に比較して、制御装置内で推定空燃比を算出し、排気空燃比とのずれを学習させるため、スロットル開度が大きく変化するエンジン過渡時において、制御の応答性を向上させ、高精度の空燃比制御を行うことができ、請求項3、4記載の発明によれば、さらに空燃比検出手段を省略し、よりシンプルな制御により、高精度の空燃比制御を行うことができ、請求項6記載の発明によれば、吸気圧力検出手段の配設構造を簡素化することができ、請求項7、8記載の発明によれば、エンジン温度を吸気管壁温度から推定することにより、センサ数を少なくすることができ、また、エンジン温度検出手段をの配設構造を簡素化することができ、さらに、吸気管壁温度を直接検出するため、より正確に推定吸入燃料量を算出することができ、さらに高精度の空燃比制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエンジンの燃料噴射制御装置の1実施形態を示し、エンジンの構成図である。

【図2】図1の制御装置15の構成図である。

【図3】図2のマイコン15d内で行われるインジェクタに関する制御ユニットの構成を示すブロック図である。

【図4】図3の吸気圧力情報加工部26の構成を示すブロック図である。

【図5】図3のモデルベース制御部27の構成を示すブロック図である。

【図6】図6(A)は、図5の目標空燃比算出部33の構成を示すブロック図、図6(B)は目標空燃比マップを示す図である。

【図7】図5の内部フィードバック演算部34の構成を示すブロック図である。

【図8】図5の学習信号算出部29の構成を示すブロック図である。

【図9】図5の吸入空気量算出部30の学習モデルを示すブロック図である。

【図10】図9のルールをマップの形式で表した図である。

【図11】平均吸気圧力及び最低吸気圧力と吸入空気量との相関を示す図である。

【図12】図5の吸入燃料量算出部31の学習モデルを示すブロック構成図である。

【図13】図12の蒸発時定数算出部31aにおいて、推定蒸発時定数を求めるためのファジィニューラルネットの概略構成図である。

【図14】本発明のエンジンの燃料噴射制御装置の他の実施形態を示すエンジンの構成図である。

【図15】図14の制御装置15の構成図である。

【図16】クランク軸の回転変動と空燃比の関係を示す

図である。

【図17】図15のマイコン15d内で行われるインジェクタに関する制御ユニットの構成を示すブロック図である。

【図18】図17の回転変動算出部28の構成を示すブロック図である。

【図19】図19(A)は、図17の温度情報加工部35の構成を示すブロック図、図19(B)はエンジン温度の算出を説明するための図である。

【図20】図17のモデルベース制御部27の構成を示すブロック図である。

【図21】図20の目標空燃比算出部33の学習モデルを示すブロック図である。

【図22】図21の目標空燃比学習部33dにおいて、目標空燃比を求めるためのファジィニューラルネットの概略構成図である。

【図23】図22の目標空燃比を学習させるためのフロー図である。

【図24】本発明の他の実施形態を示すモデルベース制御部の構成を示すブロック図である。

【図25】本発明の他の実施形態を示すモデルベース制御部の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

13…インジェクタ

15…制御装置

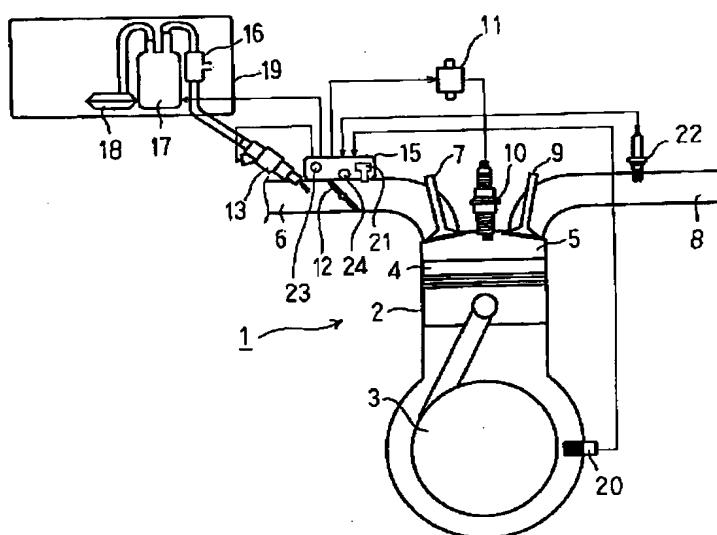
20…エンジン回転数検出手段

21…吸気圧力検出手段

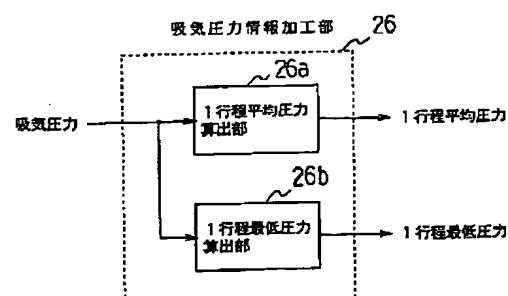
22…空燃比検出手段

23、24…エンジン温度検出手段

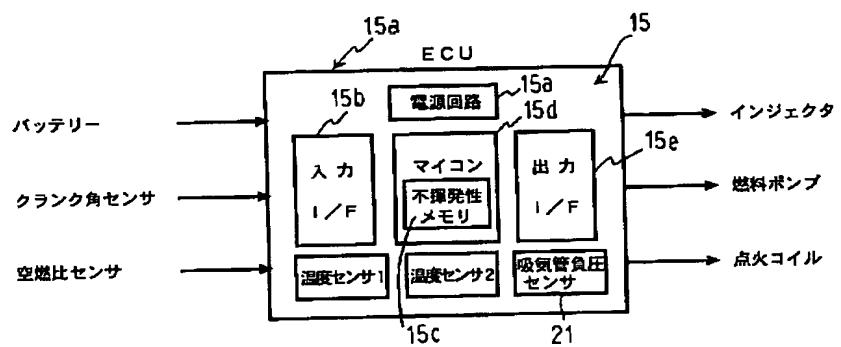
【図1】



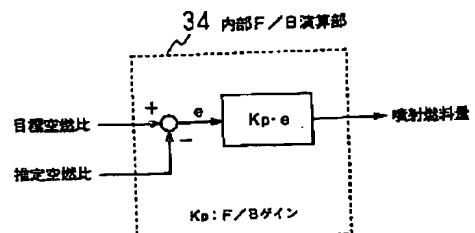
【図4】



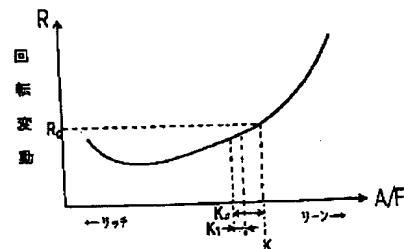
【図2】



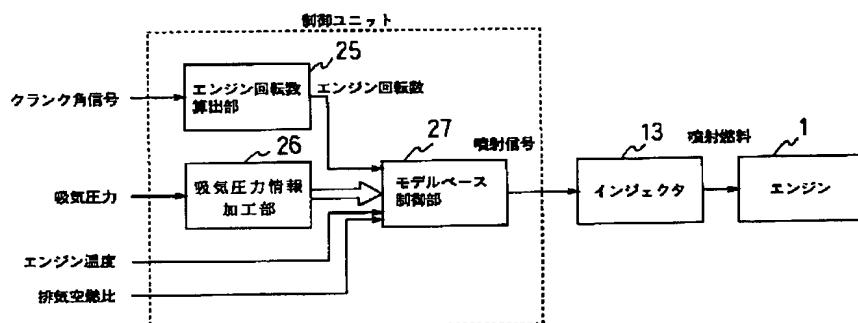
【図7】



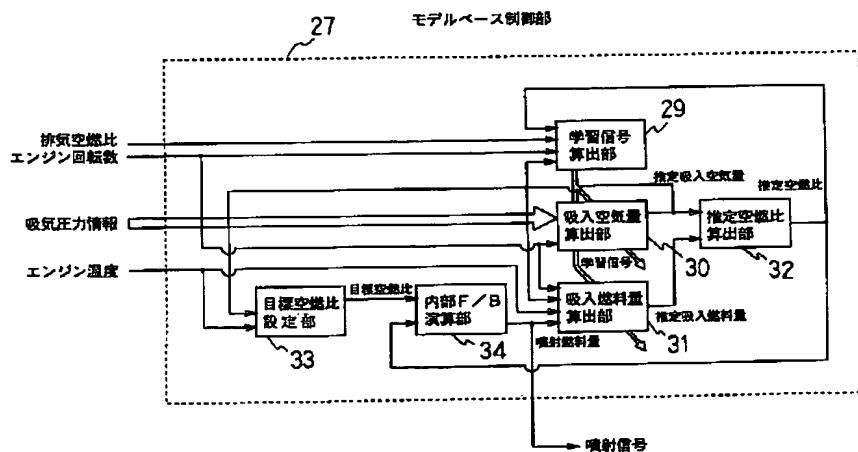
【図16】



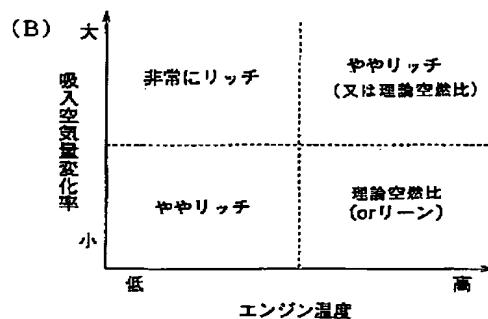
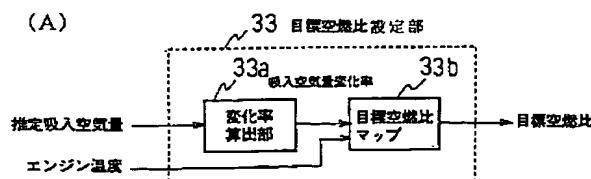
【図3】



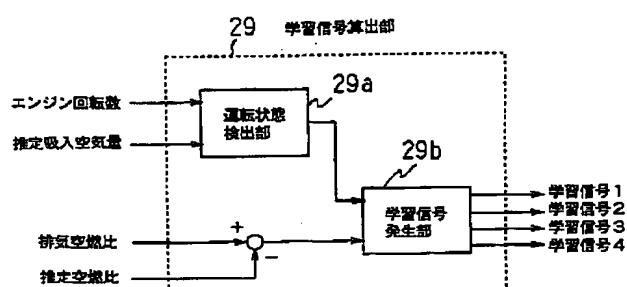
【図5】



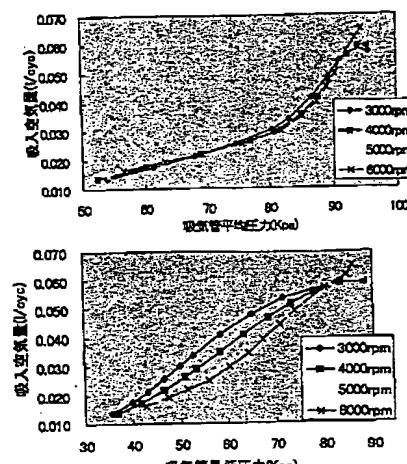
【図 6】



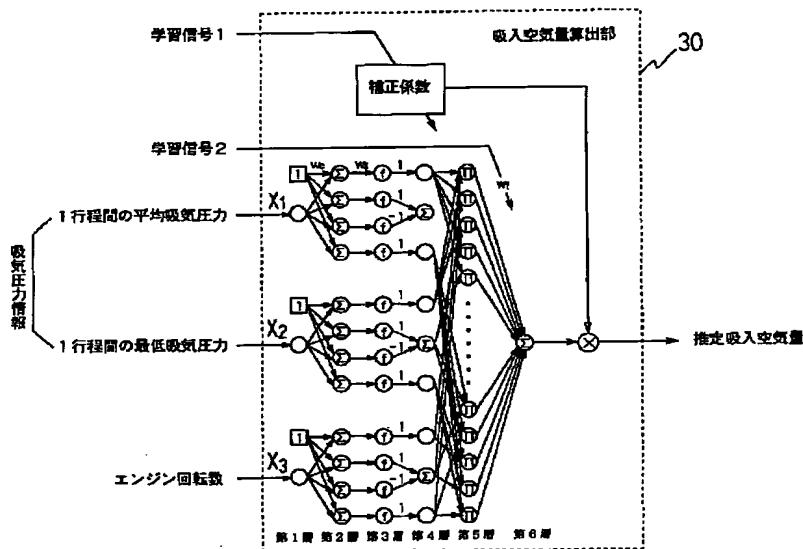
【図 8】



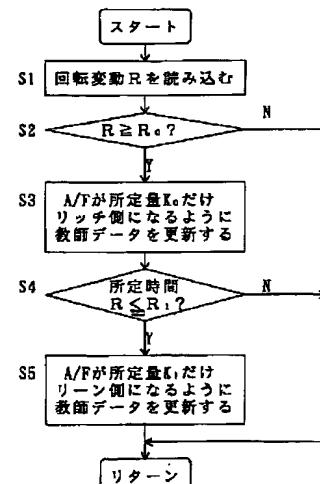
【図 11】



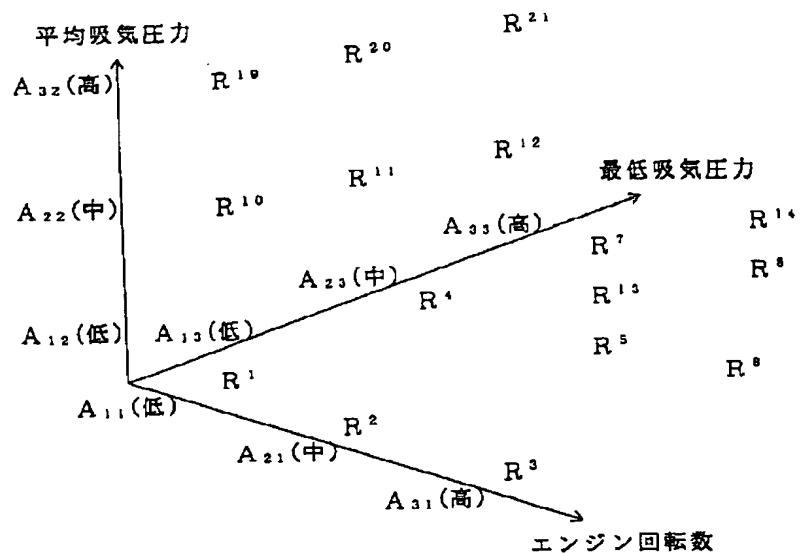
【図 9】



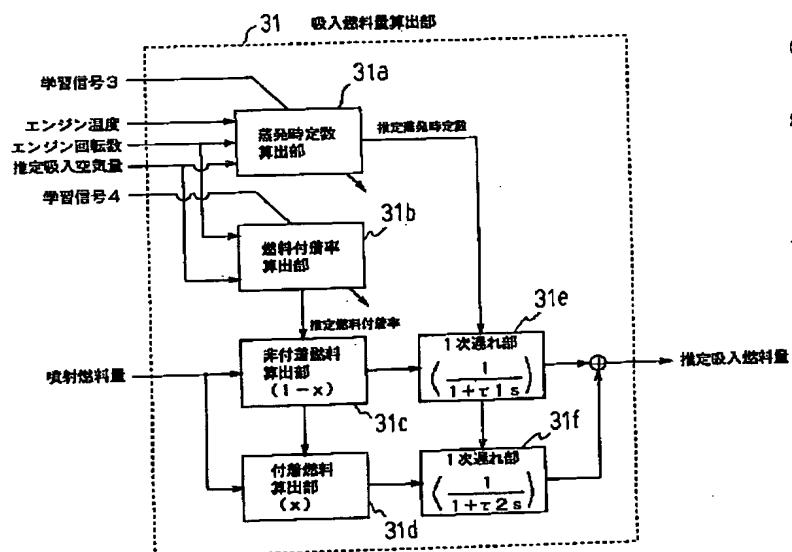
【図 23】



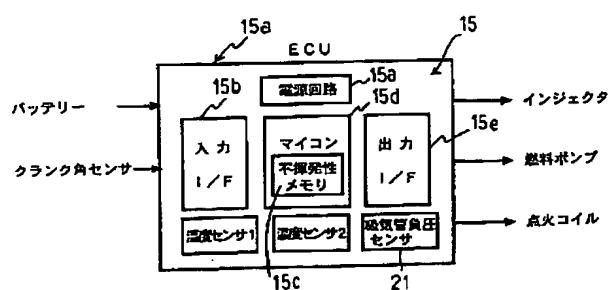
【図10】



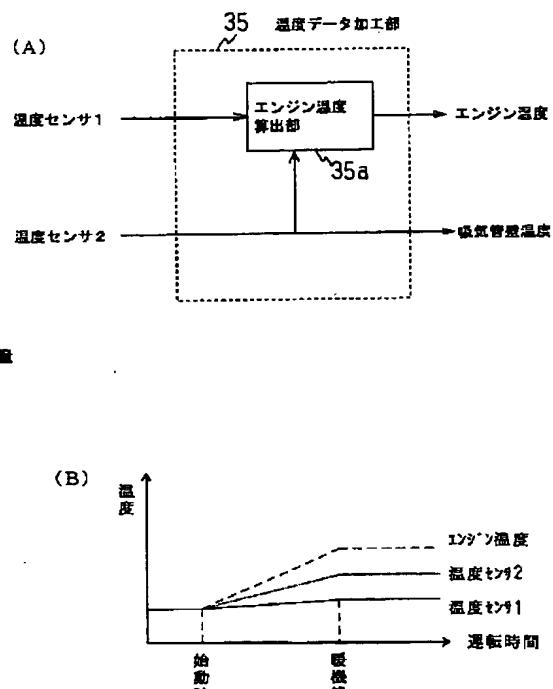
〔図12〕



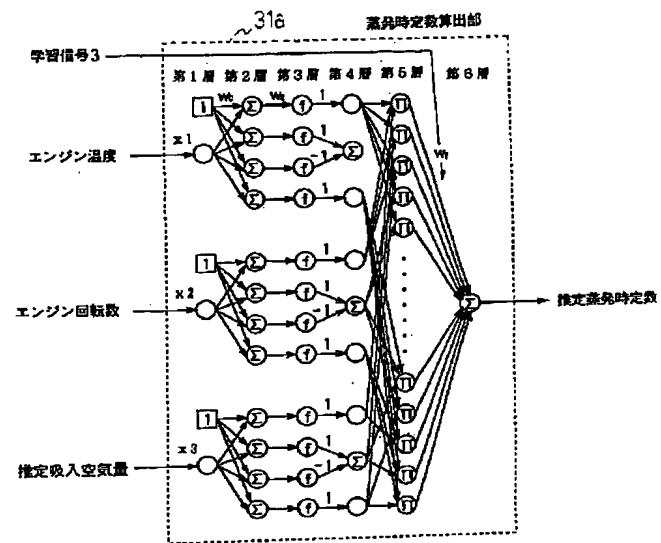
〔図15〕



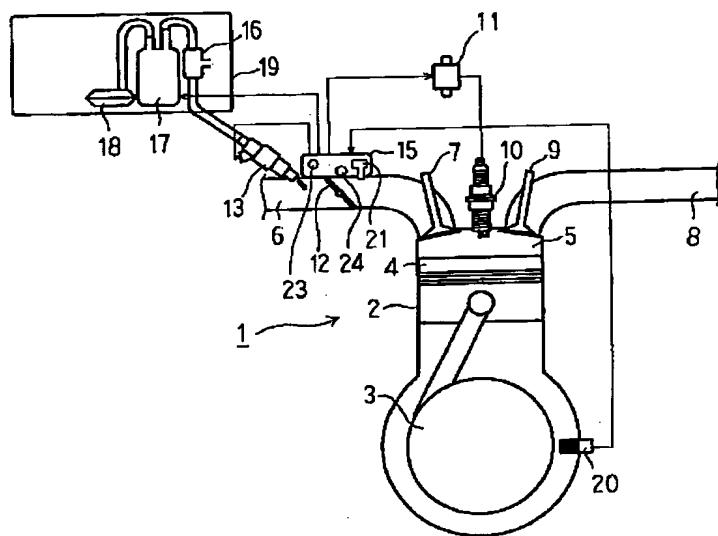
【図19】



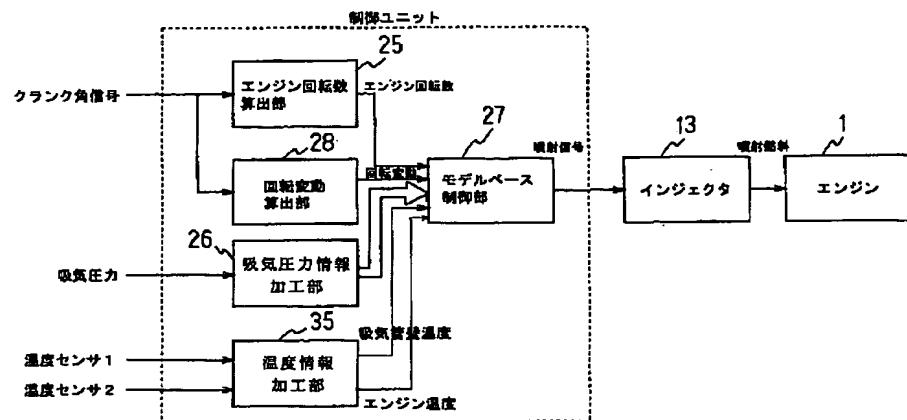
【図13】



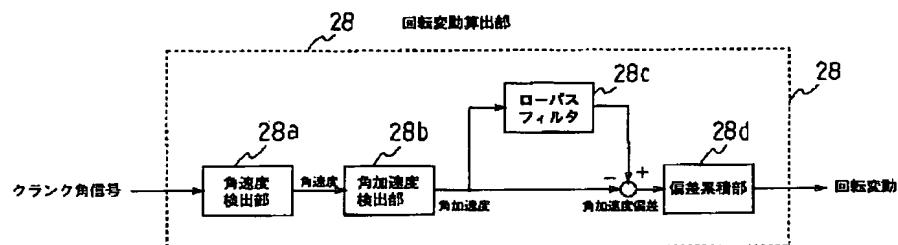
【図14】



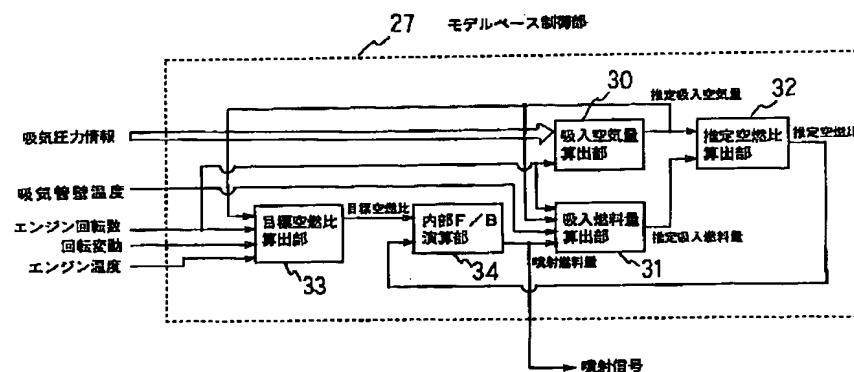
【図 17】



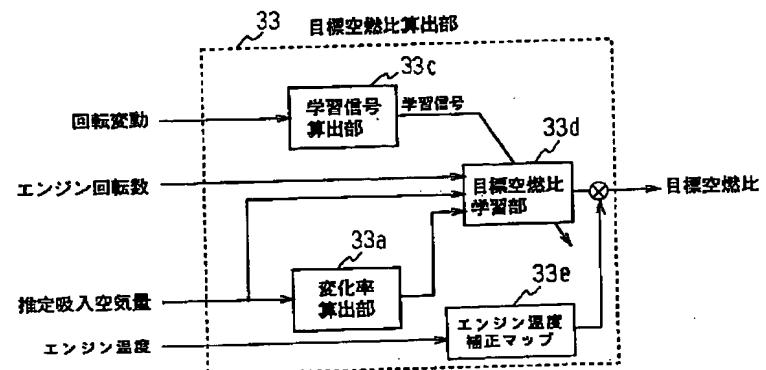
【図 18】



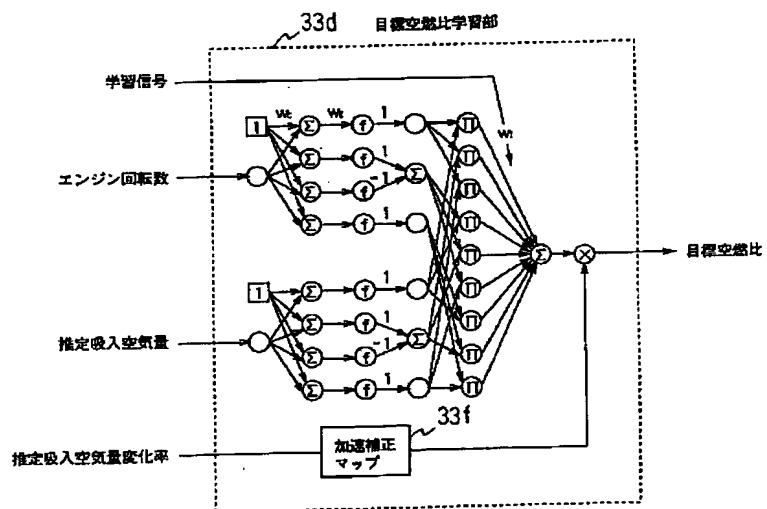
【図 20】



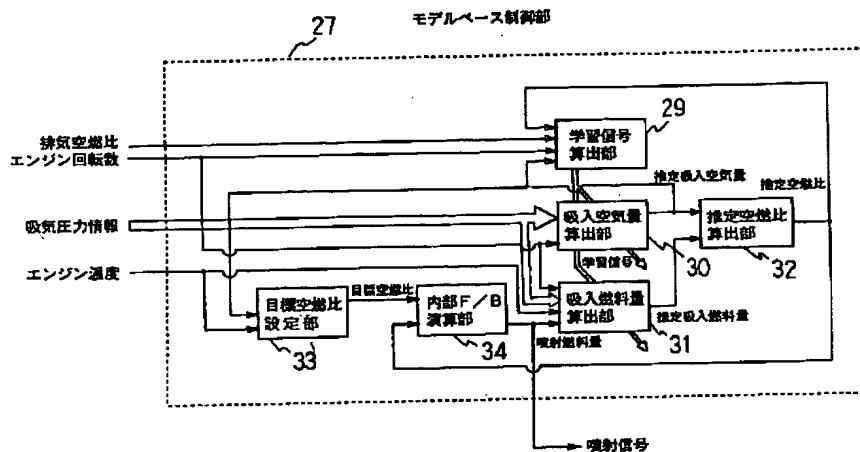
【図 2 1】



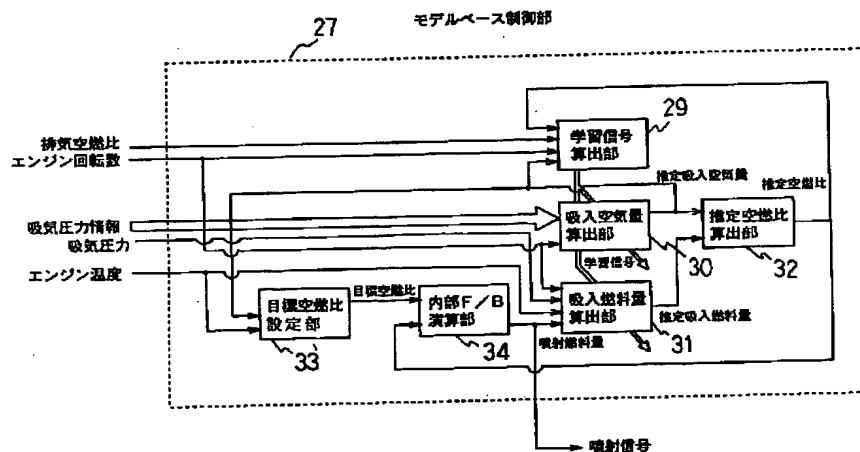
【図 2 2】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

F 02 D 45/00

識別記号

3 6 4

F I

F 02 D 45/00

3 6 4 N

3 6 6

3 6 4 G

3 6 6 F

